STRUCTURATION DU SOL PAR LA FAUNE TERRICOLE
INCIDENCES SUR LES CONCENTRATIONS ORGANO-MINÉRALES

C. JEANSON*

RESUME. – Des concentrations organiques, minérales et organo-minérales sont décrites dans des galeries et des agrégats construits par des Invertébrés terricoles ainsi que dans le corps même de certains d'entre eux. Ces constructions sont caractéristiques de l'espèce et du milieu : rendzine forestière, sol de limon, élevage. Elles réorganisent les matériaux et contribuent à la structuration du sol. Des agrégats simples ou des amas d'agrégats, déjections d'une douzaine d'espèces appartenant aux Mollusques Gastéropodes, Vers, Insectes, Myriapodes, Crustacés, Arachnides, Protozoaires sont caractérisés par leur micromorphologie et la composition élémentaire de certains minéraux. Ces agrégats biologiques concentrent la matière à certains niveaux et freinent le lessivage ; les galeries, par contre, favorisent les migrations et les transferts de matière à travers le profil. La faune contribue ainsi à la pédogénèse et aux cycles biogéochimiques.

SUMMARY. – The action of edaphic fauna on soil structure and localized contration of organic and mineral materials. Description is presented of the organic, mineral and organo-mineral concentrations present inside the aggregates and around the tunnels of earthworms and other invertebrates, as well as inside the body of these animals. The overall organisation of these constructions is presented as a framework of soil structure in the case of rendzine and loamy soil. Single aggregates and packs of castings of a dozen of species among : molluscs, worms, insects, myriapods, crustaceans, arachnids, protozoons, are characterized by micromorphology and elementary composition. While aggregates slow down soil leaching, the persistence of tunnels may accelerate migration of mineral and organic matter. Accordingly participation soil fauna in pedogenesis is of paramount importance.

ZUSAMMENFASSUNG. – Der Einfluss der Pedofauna auf die Bodenstruktur wird hier untersucht, sowie die lokale Konzentration organischer und mineralischer Stoffe, die in den Agregaten und in den Organismen zelbst vorkommen. Diese Strukturen sind mit der Tierart und mit der Umgebund eng verbunden. Einfache und komplexe (darunter : Molluske, Würmen, Insekten U.S.W.) werden mittels ihrer Mikromorphologie und der elementaren Zusammensetzung gewisser Mineralien charakterisiert. Diese biologische Agregate konzentrieren die Stoffe in verschiedenen Lagen und vermindern dadurch die Auslangung. Die Löcher dagegen beschleünigen die Wanderung von Stoffen durch das Profil. Die Fauna beteiligt sich also an der Boden entwicklung.

Les animaux terricoles se déplacent dans le sol pour y installer leur habitat et satisfaire leurs besoins alimentaires. Cette activité remanie, ainsi, constamment, le milieu et y laisse des traces caractéristiques : galeries, cavités et agrégats terreux typiques.

Ce sont de véritables constructions qui réorganisent l'agencement des matériaux et concentrent la matière organique et la matière minérale à certains niveaux du profil pédologique. Ces structures biologiques ont une stabilité mesurable (Jeanson, 1960), et conditionnent directement la porosité du sol (Jeanson, 1964). Elles règlent, ainsi en partie, la vitesse de circulation des solutions du sol, leur pouvoir d'altération et contribuent, ainsi, à la pédogénèse (Jeanson, 1961). L'intervention de la faune comme des autres phénomènes biologiques dans l'altération des roches et l'évolution des sols est, de plus en plus, prise en considération (Berthelin *et al.*, 1978, Vedy et Bruckert, 1979).

I. METHODES

Les observations et les mesures sont pratiquées à trois niveaux d'investigation : le profil, l'élevage au laboratoire, le microsite (naturel ou expérimental).

La localisation des traces de l'activité animale, par l'observation du sol en place, est complétée par des mesures sur des sections polies et des lames minces de grandes dimensions (Jeanson, 1964, Jeanson et Verbeke, 1975). Les agrégats

(*) C.N.R.S., section Ecologie.

sont différenciés par leur forme, leur taille et leur couleur ; l'automatisation de l'acquisition de ces données et leur traitement par ordinateur sont maintenant réalisables (Jeanson *et al.*, 1977).

Les élevages, au laboratoire, sont installés à partir de matériaux du milieu naturel dans des conditions contrôlées (Jeanson, 1966). Cette méthode, issue directement de la Pédologie expérimentale (Betremieux et Henin, 1948), privilégie un paramètre, jusque là non expérimenté : la faune.

A l'échelle microscopique, les microsites (agrégats, galeries, cavités) construits par les animaux, dans le sol ou dans les élevages, sont caractérisés par leur morphologie et leur composition minéralogique et élémentaire, par les méthodes de la microscopie du sol (Jeanson, 1973): microscopie optique (Jeanson, 1964, 1966), microscopie électronique : microsonde (Jeanson, 1966, 1969...), microscope à balayage à sonde (Jeanson, 1971).

Les microsites décrits dans cette note proviennent du milieu naturel ou d'élevages réalisés à partir de l'horizon *A* d'une rendzine (Brunoy), de l'horizon *B* d'un sol de limon (La Minière, Yvelines), d'une litière de marronnier.

II. CONCENTRATION DANS LES AGREGATS CONSTRUITS PAR LA FAUNE

La construction d'agrégats par les animaux terricoles se fait à partir de matériaux prélevés dans le sol et choisis en fonction de leur comportement alimentaire. Il y a donc simultanément un nouveau réagencement des matériaux, ou structuration, et une nouvelle concentration organique, minérale ou organo-minérale.

Les animaux épigés inféodés aux litières sont détritivores et construisent par leurs déjections des agrégats surtout organiques. Les endogés, géophages fréquentent plus en profondeur les horizons minéraux et réalisent par leurs déjections des concentrations minérales. Une troisième catégorie, à la fois endogée et épigée, produit des concentrations organo-minérales. Il y a toutefois des exceptions.

Dans un milieu riche en matière organique et minérale, les animaux suivent leur préférence dans leur choix alimentaire. Cependant, en période de pénurie, ou dans les conditions artificielles des élevages, des détritivores peuvent devenir géophages et inversement. C'est ce qui a été observé dans certains des exemples suivants.

1. Concentrations organiques

Les agrégats édifiés sont donc des déjections ; elles diffèrent entre elles par leur taille, leur couleur, leur forme, l'aspect de leur surface, la nature et le degré de compaction des matériaux.

Dans les exemples choisis, les déjections sont des amas d'agrégats simples. Les plus volumineuses sont celles des limaces (4,5 mm x 2 mm environ) qui sont formées d'agrégats simples de 1,6 x 1 mm. Les plus petites construites par un acarien) 300 μm x 150 μm environ) sont formées d'agrégats simples de 40 μm x 20 μm. Le tableau I donne un ordre de grandeur des déjections et agrégats des autres espèces dans le milieu naturel et en élevage ainsi que la forme la plus fréquente.

Selon la nature de la matière organique consommée et son degré de décomposition, la couleur des déjections varie du vert au jaune, brun ou noir. La couleur n'est pas stable car les constituants organiques évoluent encore après leur rejet dans le sol.

La forme des agrégats est aussi un critère d'identification, elle sera décrite souvent en termes géométriques. Elle est directement en relation avec la nature de la matière consommée et avec l'anatomie du tube digestif de l'animal. Des agrégats ovoïdes sont construits par des limaces et souvent assemblés en amas de six à huit (fig. 1). D'autres en forme de tuile avec une face bombée et une face évidée sont dûs à des Crustacés, Isopodes (fig. 3 à 6). Des agrégats en fuseau peuvent être formés soit par des Myriapodes Chilopodes (fig. 7), soit par des insectes Collemboles (fig. 8 et 9). En réalité, les agrégats de Collemboles sont le plus souvent ovoïde et prennent la forme de fuseau à la dessication (Paulusse et Jeanson, 1976).

L'aspect de la surface de tous ces agrégats organiques est caractéristique par la présence de matériaux végétaux fragmentés ; aux forts grossissements la structure cellulaire est souvent visible (fig. 2). Ces débris organiques donnent aux agrégats un aspect peu compact à l'inverse des agrégats à concentrations minérales.

2. Concentrations minérales

La forme et la taille des agrégats construits par une même espèce à partir de matériaux minéraux restent voisines de ceux construits à partir de matière organique végétale.

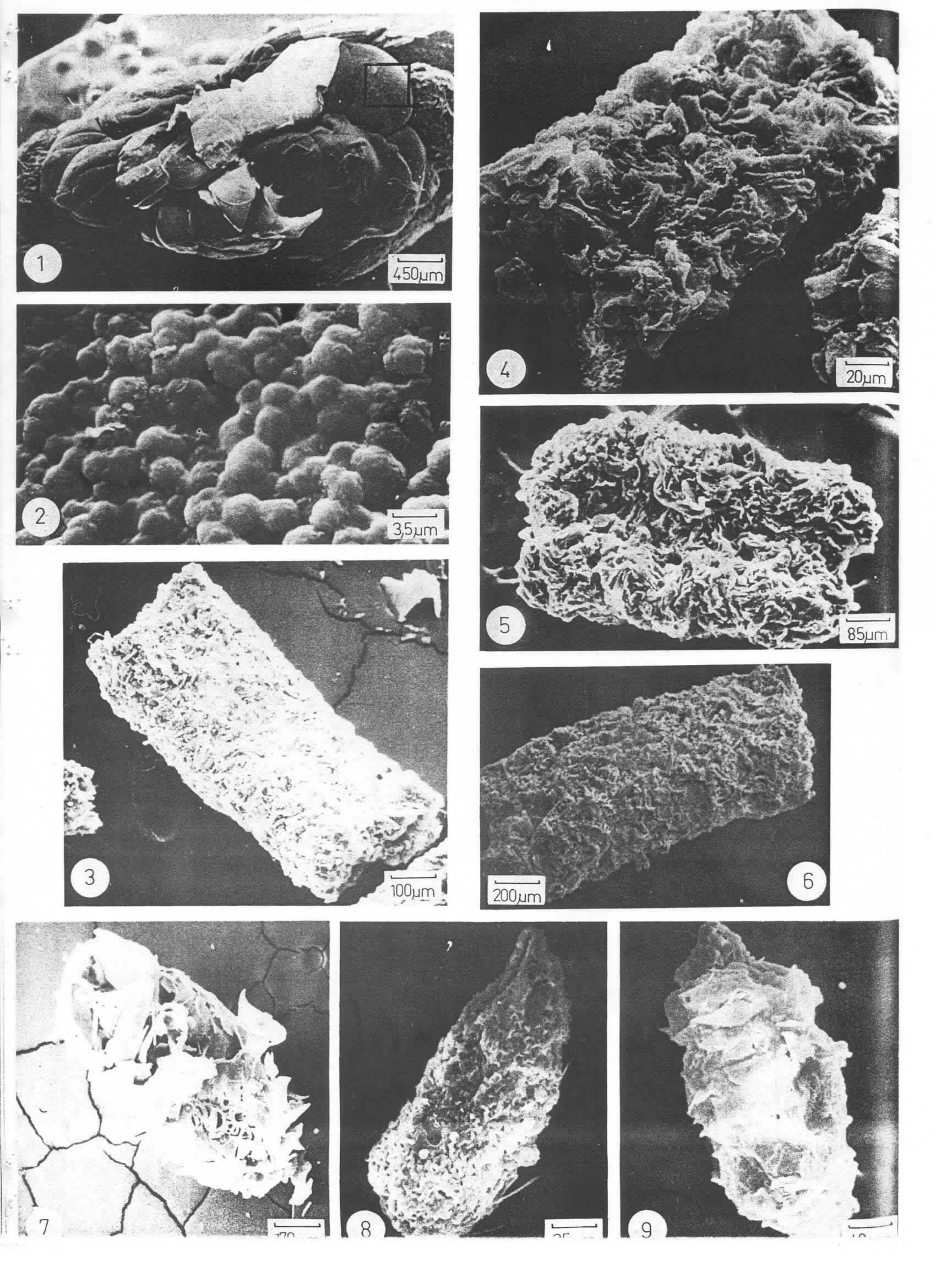
TAILLE ET CONCENTRATIONS ORGANO-MINERALES DES AGREGATS CONSTRUITS PAR DES INVERTEBRES TERRICOLES

DANS LE MILIEU NATUREL ET EN ELEVAGE

ANIMAUX	MILIEU	CONCENTRATION			AGREGAT SIMPLE um *			AMAS D'AGREGATS um			
		o.	m.	Forme	Long.	Larg.	Epais.	Forme	Long.	Larg.	Epais.
MOLLUSQUES											
GASTEROPODES											
Arion sp.	l. r.	+		ovoïde	1600	1000	-	grappe	4500	2000	1000
Pomatias elegans	l. r.	+	+	cylindrique	900	500	-	-	-	-	-
ARTHROPODES											
MYRIAPODES											
DIPLOPODES											
Glomeris marginata	HA		+	subsphérique	550	450	-	-	-	-	-
Cylindroiulus sp.	HB		+	cylindrique	900	400	-	cylindrique	3500	1200	-
Polydesmus sp.	HB		+	aplatie	600	550	100	-	-	-	-
CHILOPODES											
Lithobius forficatus	l. r.	+		fuseau	1200	500	-	-	-	-	-
CRUSTACES											
ISOPODES											
Porcellio scaber	f. m.	+		tuile	800	400	50	-	-	-	-
Oniscus asellus	f. m.	+		"	1600	700	150	-	-	-	-
Philoscia muscorum	l. r.		+	"	900	400	80	-	-	-	-
	HB		+	"	1200	700	70	-	-	-	-
Armadillidium vulgare	f. m.	+		"	a. 2000	1000	100	-	-	-	-
					j. 200	120	50	-	-	-	-
ARACHNIDES											
ACARIENS											
Tyrophagus putrescenciae	argile	+	+	ovoïde	40	20	-	grappe	300	150	100
INSECTES											
DERMAPTERES											
Forficula auricularia	HA	+	+	subsphérique	300	300	-	chaîne	1000	300	300
APTERYGOTES COLLEMBOLES											
Orchesella villosa	l. r.	+		ovoïde	280	100	-	-	-	-	-
	HB		+	"	360	180	-	grappe	800	500	270

* ordre de grandeur
a. = adulte
j. = jeune
m. = minérale
o. = organique

milieu naturel : l. r. = litière de rendzine forestière
élevage : HA = horizon A " "
HB = horizon B sol de limon
f. m. = feuilles de marronnier
argile = argile de grotte + levure boulanger


1
450µm
2
3,5µm
3
100µm
4
20µm
5
85µm
6
200µm
7
8
9

Les agrégats en forme de tuile construits par certains Crustacés Isopodes terrestres ou cloportes comme *P. muscorum* à partir de matériaux argilo-limoneux (fig. 12), ressemblent beaucoup à ceux construits à partir des débris végétaux d'une litière (fig. 3). Toutefois, une légère différence : les angles sont émoussés, la taille un peu supérieure. Ces mêmes critères de différenciation morphologique se retrouvent avec des insectes Collemboles, *O. villosa* (fig. 8 et 10). Dans l'état actuel de l'expérimentation le critère de taille supérieure des agrégats à concentration minérale, ne peut être retenu comme significatif, les dimensions dépendant aussi du stade de croissance des individus. Aux forts grossissements les quartz, les limons sont reconnaissables (fig. 11). Vu la finesse de ces matériaux minéraux, le degré de compaction des agrégats minéraux se trouve supérieure à celui des agregats végétaux.

D'autres Arthropodes, généralement inféodés aux litières dans le milieu naturel peuvent construire des agrégats à concentrations minérales. C'est le cas, entre autres, de trois espèces de Myriapodes : les agrégats subsphériques de *G. marginata* (fig. 13 et 14), ceux subcylindriques de *Cylindroiulus* (fig. 15 et 27) et ceux aplatis en forme de bouton, de *Polydesmus* (fig. 16).

3. Concentrations organo-minérales

Dans les exemples choisis les déjections de forficules sont naturelles et sont récoltées à proximité d'une rendzine forestière. Celles des escargots proviennent d'élevage sur de l'horizon B et des feuilles de marronnier, celles des Acariens d'élevage sur une argile de grotte et de levure de boulanger.

Les agrégats façonnés par les forficules sont subsphériques et ont 300 à 500 μm de diamètre, souvent groupés par deux ou trois. A la dessication, l'ensemble de la déjection peut prendre la forme d'un fuseau (fig. 17). En surface une substance organique sans structure enrobe parfois des appendices articulés de Microarthropodes (fig. 18), des spores de fougères (fig. 19). Des cristallisations de néoformation apparaissent en surface au cours du vieillissement des déjections (fig. 20). Elles peuvent être émoussées par une microérosion et, se trouver aussi associées à des bactéries (fig. 21). Ces microorganismes pourraient intervenir dans la précipitation du sulfate de calcium et le cycle du soufre (Jeanson, 1975).

Les microrosettes de gypse à la surface des déjections de forficules pourraient résulter d'une migration : soit de l'intérieur des agrégats vers l'extérieur par exsudation, soit du sol environnant vers les agrégats par précipitation à partir des solutions. Dans l'état actuel des observations et de l'expérimentation, il n'est pas possible de choisir entre ces deux hypothèses.

Dans les déjections d'escargot, la matière fécale est finement râpée et intimement associée aux particules limoneuses (fig. 22).

T. putrescentiae est un acarien des maisons en terre battue et des poussières. En élevage, il consomme des levures qui se retrouvent dans ses

---

PLANCHE I

Concentrations organiques dans les agrégats par la faune

1 **Amas d'agrégats ovoïdes.** Déjection d'un Mollusque gastéropode, la limace *Arion sp.*

2 Détail de 1. Cellules végétales légèrement altérées.

3 à 6 **Agrégats en forme de tuile** construits par des Crustacés Isopodes : face dorsale bombée, face ventrale à gouttière longitudinale.

3 Déjection naturelle de *Philoscia muscorum*, face dorsale, récoltée dans la litière d'une rendzine forestière.

4 Déjection d'*Armadillidium vulgare*, face dorsale, construite par un animal d'une semaine. Elevage sur feuilles vertes de marronnier.

5 Déjection de *Porcellio scaber*, face ventrale. Id.

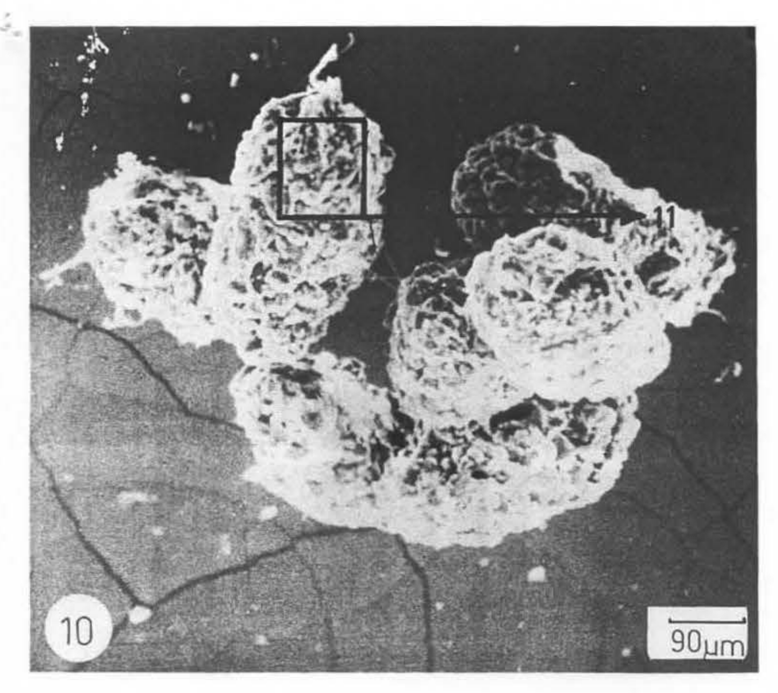
6 Déjection d'*Oniscus asellus*, face dorsale. Id.

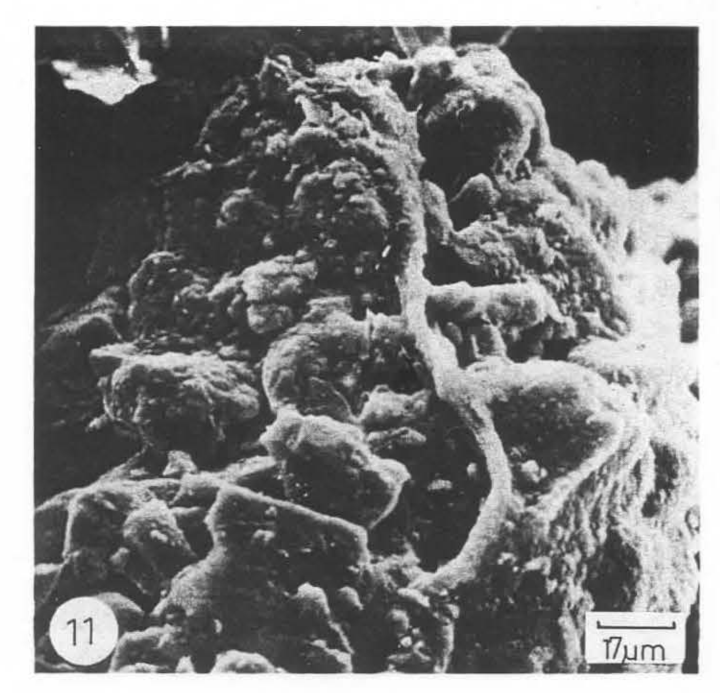
7 Agrégat en fuseau d'un Myriapode Chilopode *Lithobius forficatus*. Déjection naturelle. Animal récolté dans une rendzine forestière.

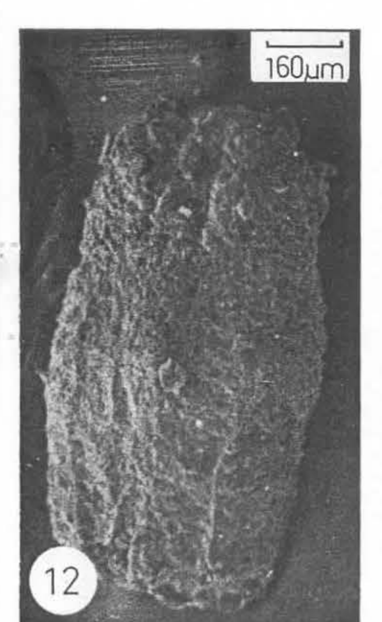
8 et 9 **Agrégats en fuseau** construits par des Insectes Collemboles : extrémité antérieure pointue, extrémité postérieure arrondie.

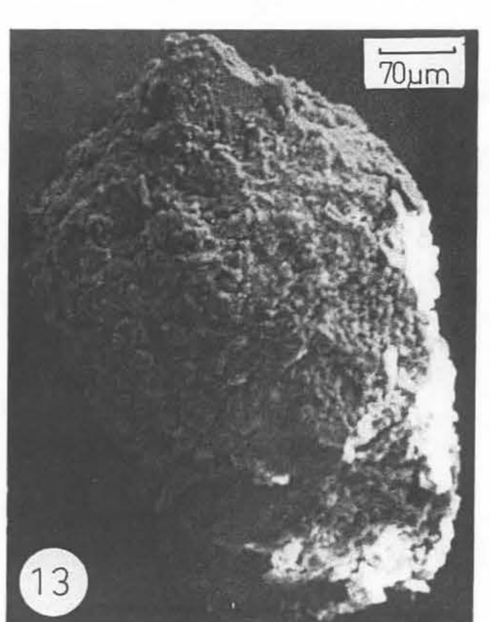
8 Déjection naturelle d'*Orchesella villosa*, animal récolté dans la litière d'une rendzine forestière.

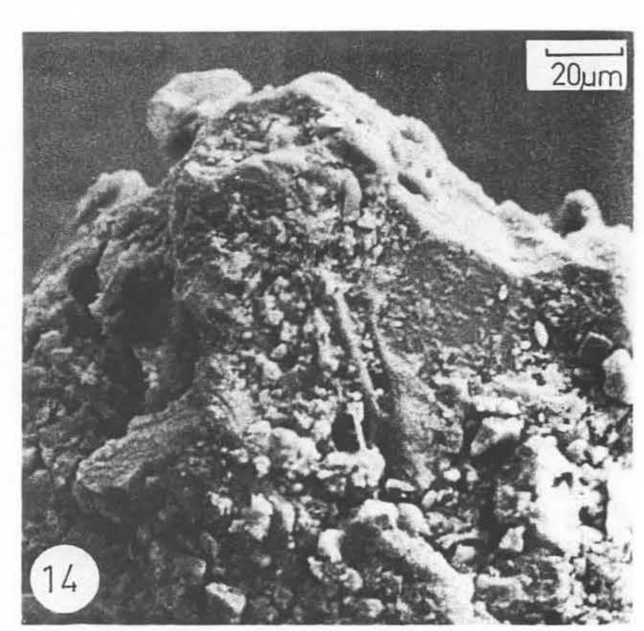
9 Déjection d'*O. villosa* en élevage, formée de fragments de mue d'*O. villosa*.


11
10
90µm

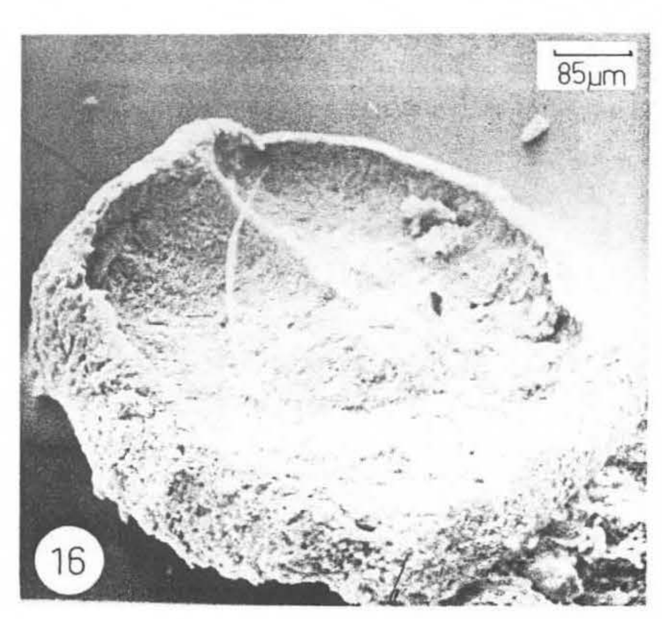

11
17µm


160µm
12


70µm
13


20µm
14


15
85µm


85µm
16

déjections associées à des particules argileuses. L'animal lui-même et ses déjections, susceptibles de transmettre des allergies, ont été étudiées par ailleurs (Robaux, Jeanson, Barbier, 1976). (fig. 23 à 25).

III. CONCENTRATIONS DANS LES GALERIES

Des vers de terre, des millepattes, des nématodes, des acariens construisent des galeries ou des cavités qui servent à leur déplacement, et au dépôt de leurs déjections. Les concentrations sont minérales ou organominérales.

Lumbricus herculeus appelé aussi *L. terrestris* rejette en surface des déjections sous forme de turricules. Ces constructions de plusieurs centimètres de hauteur sont constituées par la superposition d'agrégats ovoïdes de quelques millimètres. Ces rejets sont facilement observables et quantifiables dans le milieu naturel et en élevage (Jeanson, 1966). Mais, ils lui servent aussi à tapisser ses galeries et ses logettes (fig. 26). Les déjections sont formées de terre fine et souvent enrichis de matière organique décomposée et plus stable que la terre environnante (Jeanson, 1960). Ces déjections peuvent être ultérieurement reprises et fragmentées par des Collemboles *Folsomia candida* qui redispersent ces concentrations organo-minérales (Jeanson, 1966).

Ultérieurement, la paroi des galeries peut être le siège de dépôts concentriques de carbonate de calcium et d'oxydes de fer et de manganèse qui forment de véritables gaines indurées (Jeanson, 1964, 1970). Il s'agit là de concentrations secondaires, conséquences de la migration des produits dans les solutions du sol et de leur précipitations en contact d'une zone plus oxygénée autour de la galerie.

Le millepatte *Cylindroiulus* creuse occasionnellement des cavités où il dépose ses déjections. Elles sont aussi formées de terre plus fine que le milieu d'élevage et sont assez rapidement colonisées par des filaments mycéliens (fig. 27).

Les cavités creusées par les acariens sont parfois remplies de déjections ou de déjections et d'œufs ou envahies par du mycélum (fig. 23).

Les Nématodes creusent de minuscules galeries dans les argiles. Comme celles des vers de terre, elles sont tapissées de déjections. Dans un milieu très humide elles ne subsistent pas, seul leur équivalent : des traces en surface sont observables (fig. 28).

IV. CONCENTRATION DANS LE CORPS DES ANIMAUX

Les concentrations de matière minérale et organique existent dans (ou sur) le corps même des animaux terricoles, avant de se retrouver dans le sol proprement dit sous forme de déjections. Pour les petites espèces, les quantités de matière déplacée sont pondéralement peu importantes ; elles représentent, néanmoins, dans les écosystèmes, des maillons des cycles biogéochimiques à prendre en considération.

PLANCHE II

Concentrations minérales dans les agrégats construits par la faune

10 **Agrégats ovoïdes** construits par des Insectes Collemboles – *O. villosa* : extrémité antérieure proéminente, extrémité postérieure arrondie. Déjections obtenues en élevage sur de l'horizon B d'un sol de limon additionné de paille de blé broyée.

11 Détail de 10. Extrémité antérieure : prédominance des quartz, particules limoneuses et argileuses, pas de débris végétaux.

12 **Agrégat en forme de tuile** construit par un Crustacé Isopode. Déjection de *Philoscia muscorum*. Face dorsale bombée à cannelures longitudinales. Elevage sur horizon B d'un sol de limon.

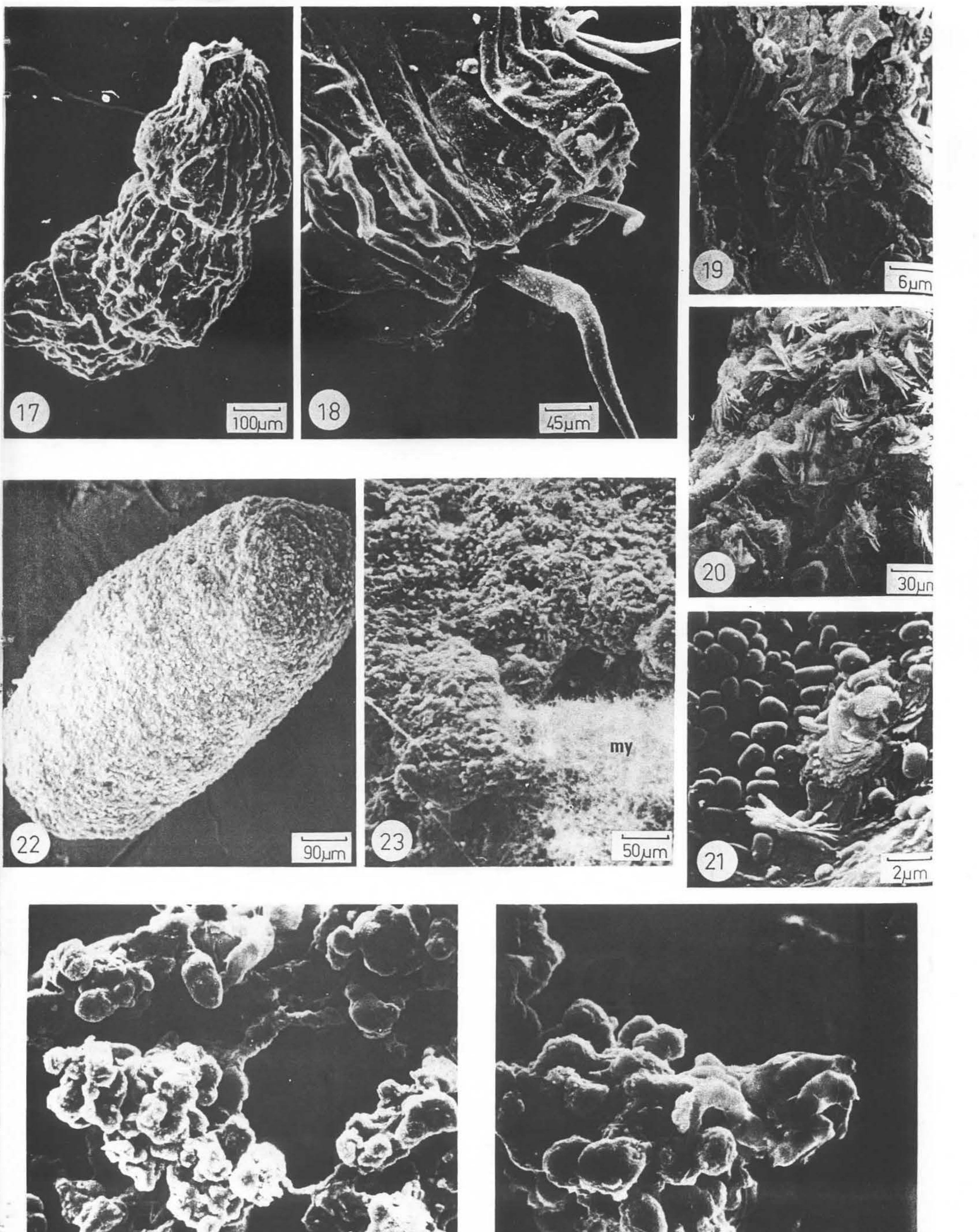
13 à 16 **Agrégats de diverses formes** construits par des Myriapodes Diplopodes.

13 Déjection **subsphérique** de *Glomeris marginata*, élevage sur l'horizon A d'une rendzine forestière.

14 Détail de 13. Proéminence antérieure.

15 Déjection **subcylindrique** de *Cylindroiulus sp.* Elevage sur de l'horizon B d'un sol de limon.

16 Déjection **aplatie** de *Polydesmus sp.* avec empreinte du dernier segment abdominal.


17
100µm
18
45µm
19
6µm
20
30µm
22
90µm
23
my
50µm
21
2µm
24
25

Certains Protozoaires Thécamoebiens ont une thèque recouverte de quartz cimentés par des argiles, analogues aux minéraux du sol environnant (Jeanson et Coûteaux, 1977), d'autres ont une thèque organique à écailles régulières secrétées par l'animal lui-même (fig. 29 et 30).

Le contenu digestif de tous les animaux du sol représente aussi, selon leur régime alimentaire, des concentrations organiques, minérales, ou organo-minérales. Au microscope polarisant, les collemboles ont, parfois, un contenu digestif qui polarise dans les teintes des argiles. Cela est confirmé par la présence d'aluminium et de sicilium à l'analyse élémentaire par la sonde du microscope à balayage (fig. 31) (Jeanson et Ponge, 1976, Jeanson et Balaguer, 1979). Les Nématodes peuvent, également, avoir des argiles dans leur tube digestif (fig. 32) (Jeanson et Arpin, 1978, 1979).

CONCLUSION

L'étude des galeries et des agrégats construits par la faune terricole permet de reconstituer la chronologie des phénomènes qui ont contribué à leur formation : structuration – concentration – migration.

Les animaux concentrent la matière organique et (ou) la matière minérale dans des déjections caractéristiques par leur taille, leur forme, la nature des minéraux, de l'espèce animale et du milieu. Les dimensions de ces constructions varient de la dizaine de micromètres pour certains microarthropodes au centimètre pour les turricules de vers et même au mètre pour leurs galeries.

Dans le sol, les rejets des animaux peuvent être groupés et former des constructions qui s'agencent en de véritables sites organiques, minéraux ou organo-minéraux. Selon leur stabilité, ils interviennent dans les migrations en favorisant certaines précipitations ou au contraire en étant désagrégés et dissouts. Dans les litières ces concentrations sont surtout organiques, en profondeur elles sont plus minérales : leur nature est directement liée au comportement alimentaire des animaux. Leur densité et leur localisation sur le profil peuvent être quantifiée et pourraient par la suite être reliées directement à l'importance des populations animales.

A l'échelle de l'écosystème, les sites construits par la faune matérialisent l'interface biosphère – lithosphère ; leur étude pourra ultérieurement préciser le rôle de la faune dans les cycles biogéochimiques.

PLANCHE III

Concentrations organo-minérales dans des agrégats constuits par la faune

17 à 21 **Agrégats en chaînette** construits par des Insectes Dermaptères *Forficula auricularia* (perce ou pince oreille).

17 Déjection naturelle formée de trois agrégats, plis de retrait de dessication, nombreux pollens. Récoltée dans une prairie permanente proche d'une litière de rendzine forestière.

18 Détail d'appendices articulés de Microarthropodes, non identifiés, inclus à l'extrémité d'une déjection de forficule.

19 Détail de la surface : spores de fougère, filament germinatif des spores, algue.

20 Id. : cristallisations de sulfate de calcium, microrosettes de gypse.

21 Id. Microrosettes érodées et colonie bactérienne.

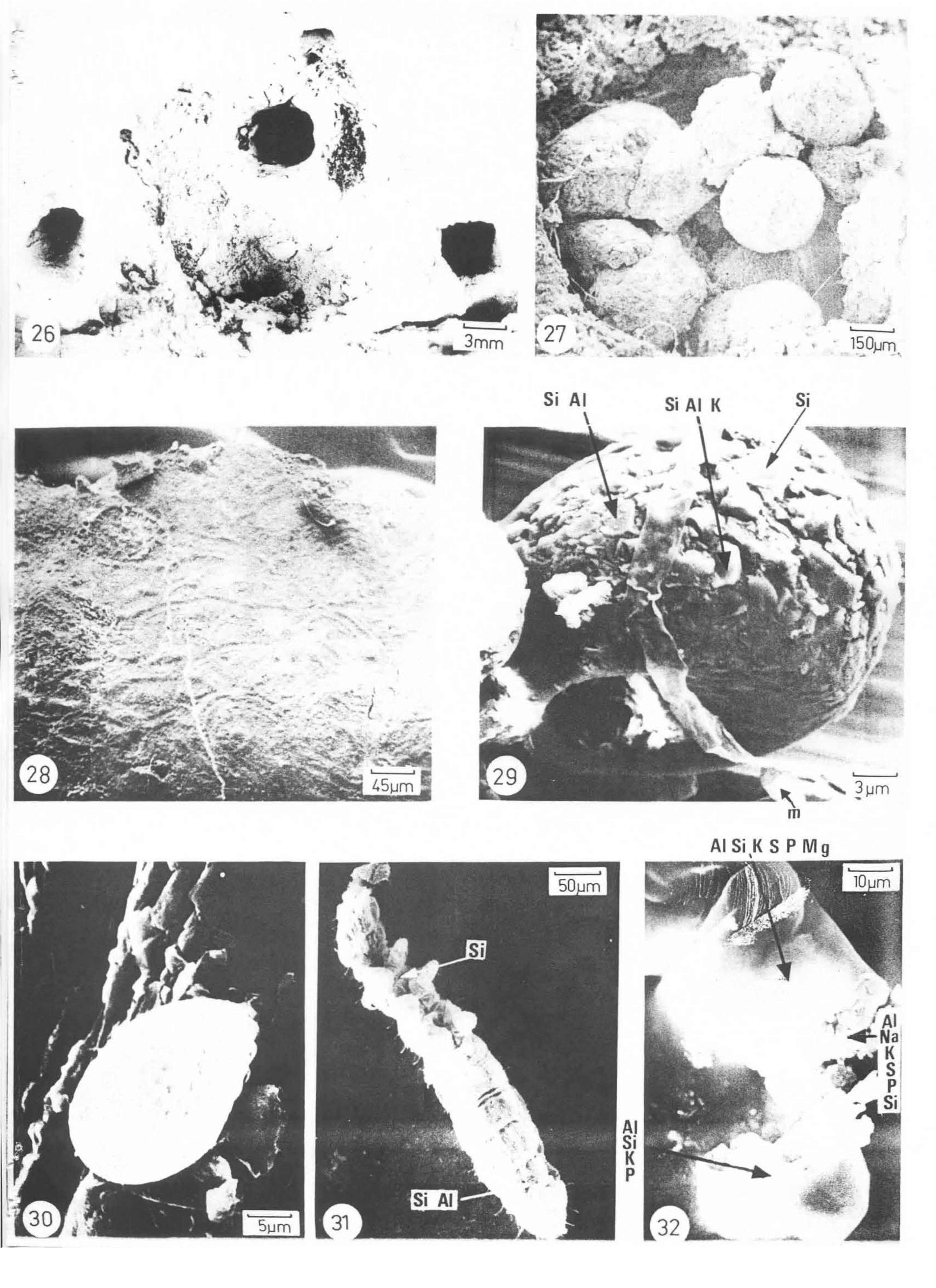
22 **Agrégat subcylindrique** construit par des Mollusques Gastéropodes. Déjection de l'escargot *Pomatias elegans* en élevage sur de l'horizon B d'un sol de limon et de feuilles vertes de maronnier.

23 à 25 Constructions d'Arachnides Acariens. *Tyrophagus putrescentiae,* élevage sur un sédiment argileux de grotte additionné de levure.

23 Entrée d'une cavité, en premier plan mycelium. (my).

24 Déjections formées d'agrégats en grappe.

25 Id. Détail des agrégats et un Acarien *T. putrescentiae.*


26
3mm
27
150µm
Si Al
Si Al K
Si
28
45µm
29
3µm
m
Al Si K S P Mg
30
5µm
31
50µm
Si
Si Al
32
10µm
Al
Na
K
S
P
Si
Al
Si
K
P

BIBLIOGRAPHIE

BERTHELIN J., SOUCHIER B., TOUTAIN F. (1979). – Intervention des phénomènes biologiques dans l'altération. *Bul. AFES.*, Versailles. **2**, **3**, 175-187.

BETREMIEUX R. & HENIN S. (1948). – Essai de Pédologie Expérimentale. *C.R. Acad. Sc.*, **227**, 1393-1396.

JEANSON C. (1960). – Etude expérimentale de l'action de *L. herculeus Sav.*, Oligochète Lombricide sur la stabilité structurale des terres. *C.R. Acad. Sc.*, **250**, 3011-3013.

JEANSON C. (1961). – Sur une méthode d'étude du comportement de la faune du sol et de sa contribution à la pédogenèse. *C.R. Acad. Sc.*, **253**, 2471-2473.

JEANSON C. (1964). – Micromorphologie et Pédozoologie expérimentale : étude sur plaques minces de grandes dimensions (16 cm x 8 cm x 30 μm) de la structure créée par les lombrics. In Jongerius, Soil micromorphology, Elsevier Amsterdam, 47-55.

JEANSON C. (1966). – Essai de Pédozoologie expérimentale : Morphologie d'un sol artificiel structuré par les lombricides. Thèse de doctorat d'état Paris. Mémoires du Muséum d'Histoire Naturelle 1968, A, XLVI, 3, 211-357. Editions du Muséum, 38 rue Geoffroy St Hilaire, Paris 5[e].

JEANSON C. (1969). – Répartition du fer dans un sol artificiel. Etude à la microsonde électronique de Castaing. C.R. 4[e] coll. int. micromorphologie du sol Wroclaw 1969. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych, 1972, 123-156, Wroclaw, Pologne.

JEANSON C. (1970). – Structure d'une galerie de lombric à la microsonde électronique. *Ann. Zool.*, 1971, 513-525.

JEANSON C. (1971). – Nouvelles données microscopiques sur la contribution de la faune à l'élaboration de la structure du sol. *C.R. Acad. Sc. Paris*, **272**, 422-424.

JEANSON C. (1975). – Présence de soufre dans des agrégats construits par des forficules. Microstructures et composition élémentaire. *Plant and Soil*, **43**, 219-226.

JEANSON C. (1976). – Structuration et transport de la matière organique par *Heteromurus nitidus* (Collembole, Aptérygote). Etude expérimentale. In : Third Apterygota. Södertälje, Suède 1976.

JEANSON C. et ARPIN P. (1978). – Analyse minéralogique du contenu digestif des Nématodes *Prionculus muscorum* et *Anotonchus tridentatus*. Rapport C.N.R.S., Section Ecologie.

JEANSON C. & ARPIN P. (1979). – Structuration du sol par la faune et cycles biogéochimiques : contribution des Nématodes *Mononchus*. Analyse élémentaire du contenu digestif. A paraître.

JEANSON C. & BALAGUER N. (1979). – Structuration du sol par la faune et cycles biogéochimiques : contribution du Collembole *Isotoma notabilis*. Analyse élémentaire du contenu digestif. A paraître.

JEANSON C. & COÛTEAUX M.M. (1977). – Microanalyse élémentaire de la thèque de Thécamoebiens du genre *Euglypha*. *C.R. Acad. Sc. Paris, D*, **284**, 1895-1898.

JEANSON C., GATEAU C., LEPPERT J.M., PREVOSTEAU J.M. (1977). – Quantification à l'analyseur d'image des traces de l'activité des lombrics et de l'espace poreux disponible pour les Microarthropodes. In : Micromorphologie de Suelos. Delgado Ed., Grenada, 93-115.

JEANSON C. & PAULUSSE J.J.M. (1976). – Microagrégats construits sur un sol de limon et une litière de marronnier par *Orchesella villosa* (Collembole Aptérygote). Etude expérimentale et microscopique. In : Third Apterygota, Södertälje, Suède.

JEANSON C. & PONGE J.F. (1976). – Le contenu digestif du Collembole *Tullbergia krausbaueri*, analyse minéralogique et élémentaire. Rapport C.N.R.S., section Ecologie.

JEANSON C. et VERBEKE R. (1976). – Nouvelles bases de consolidation des matériaux friables et des sols. Répercussion sur la fabrication des lames minces. *Lithoclastia*, **2**, 39-59.

PAULUSSE J.H.M. & JEANSON C. (1976. – Structuration du sol par les Diplopodes. Etude expérimentale et microscopique. In : Lohm, V. & Persson, T. (Eds). Soil organisms as components of Ecosystems. *Colloquium. Ecol. Bull. Stockholm.*, **25**, 484-488.

PAULUSSE J.H.M. & JEANSON C. (1977). – Structuration du sol par les Isopodes. Etude expérimentale et microscopique. In : Working. Meeting on soil Micromorphology. Grenada. 2-6.

ROBAUX P., JEANSON C. & BARBIER D. (1976). – Microstructures construites par *Tyrophagus putrescentiae* dans une argile. Etude expérimentale et microscopique. In : Lohm, V. & Persson. T. (Eds). Soil organisms as components of ecosystems *Ecol. Bull. Stockholm.*, **25**, 17-21.

VEDY J.C. & BRUCKERT S. (1979). – Les solutions du sol. Composition et significations pedogénétiques. In : Pedologie II – Constituants et propriétés du sol. 161 – 186. M. Bonneau et B. Souchier éd., Masson Paris, 459 p.

PLANCHE IV

Concentrations organo-minérales dans les galeries – dans le corps des animaux

26 Galeries et loge d'habitation d'un Ver Annélide Lombricidé. *Lumbricus herculeus.* Elevage dans de l'horizon B d'un sol de limon. Déjections de matière minérale en revêtement sur les parois des galeries. Dépôt noir de matière organique décomposée.

27 Galerie d'un Myriapode Diplopode *Cylindroiulus sp.* pleine de déjections de matière minérale (photo 15). Filament mycélien.

28 Traces de Vers Nématodes, non déterminés, sur une argile de grotte milieu d'élevage d'Acariens (photos 23 à 25).

29 Protozoaire, Thecamoebien à thèque exogène. Minéraux : quartz (Si), argile (Al, Si), empruntés au milieu. Spécimen observé dans un élevage de lombrics : horizon B d'un sol de limon additionné de paille de blé. Mycélium (m).

30 Id. à thèque endogène. Ecailles régulières, organiques secrétées par l'animal. Même milieu que 29.

31 Présence de quartz (Si) et d'argile (Al, Si) dans le tube digestif d'un Insecte Collembole : *Tullbergia krausbaueri* (face ventrale). Analyse élémentaire qualitative à la sonde du microscope à balayage.

32 Présence d'argile (Al, Si, K, Mg) dans le tube digestif d'un Ver Nématode. *Prionculus muscorum.* Analyse élémentaire qualitative à la sonde du microscope à balayage sur un morceau du ver.